

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/329887030>

CONDENSATION TECHNOLOGY EFFICIENCY

Conference Paper · December 2018

CITATIONS

0

READS

30

4 authors, including:



Dejan Ivezić

University of Belgrade

44 PUBLICATIONS 140 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Marija Živković

University of Belgrade

34 PUBLICATIONS 70 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Dejan Brkić

VŠB-Technical University of Ostrava

147 PUBLICATIONS 1,015 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Flow friction calculation - Colebrook equation [View project](#)



Bioenergy Villages (BioVill) – Increasing the Market Uptake of Sustainable Bioenergy [View project](#)



EFIKASNOST KONDENZACIONE TEHNOLOGIJE

CONDENSATION TECHNOLOGY EFFICIENCY

Toma Tanasković, Dejan Ivezić, Marija Živković, Dejan Brkić
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET, BEOGRAD, Đušina 7, tel. 3243-457, 3219-110, 3219-159

Rezime: Uređaji bazirani na kondenzacionoj tehnologiji osvajaju tržište širom sveta, pa i kod nas. Najsavremenija tehnologija, ekološki aspekt, ekonomičnost, kao i široka paleta uređaja, različitih koncepcija i snaga su razlog za ovakav trend.

KLJUČNE REČI: KONDENZACIONA TEHNOLOGIJA, KOTLOVI, GREJANJE.

Abstract: Devices, based on the condensation technology are conquering the markets around the world as well as in our country. The most contemporary technology, ecologic aspect, cost-effectiveness as well as a wide spectrum of devices with various concepts and strenghts are the main reason for this rising trend.

KEY WORD: CONDESATION TECHNOLOGY, BOILERS, HEATING.

1. UVOD

Kondenzaciona tehnologija je efikasan metod konverzije prirodnog gasa i tečnih goriva u korisnu energiju putem sagorevanja. Dokle se kod niskotemperaturnih kotlova, kondenzovanje toplih gasova izbegava zbog vlaženja grejnih površina, kondenzaciona tehnologija radi na sasvim drugi način: kondezovanje gasova je veoma poželjno i ono je potrebno da bi se izdvojila latentna energija sadržana u vodenoj pari, i dodatno senzibilna energija iz dimnih gasova, u upotrebljivu toplotu. Istovremeno zaostala toplota dimnih gasova je značajno smanjena i u poređenju sa niskotemperaturnim kotlovima.

Putem reakcije sa kiseonikom (O_2), komponentom iz vazduha, sagorevanjem tečnog goriva ili prirodnog gasa, koji primarno sadrže jedinjenja ugljenika (C) i vodonika (H), stvara se ugljendioksid (CO_2) i voda (H_2O).

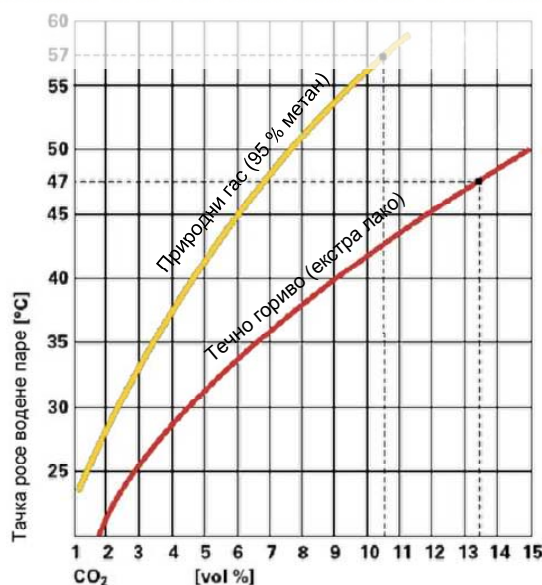
Za prirodni gas (metan CH_4), primenjuje se sledeća uprošćena formula sagorevanja:



Kondenzat će se formirati od pare u produktima sagorevanja, ako temperatura zidova na strani toplih gasova padne ispod tačke temperature kondenzacije vodene pare.

Različit hemijski sastav prirodnog gasa i lož ulja rezultuje različitom temperaturom isparavanja vode pri kojoj kondenzuje vodena para gasova sagorevanja. Tačka rose

vodene pare za prirodan gas iznosi aproksimativno $57^\circ C$, za ekstra lako tečno gorivo aproksimativno $47^\circ C$. (Sl.1). Teoretski energija se uveća u odnosu na nisko-temperaturnu tehnologiju, za 11%. Za lož ulja primenom kondenzacione tehnologije teoretski se poveća za oko 6%.



Sl. 1. Tačka rose vodene pare u funkciji sadržaja CO_2 u produktima sagorevanja

Donja i gornja toplotna moć

Donja toplotna moć (H_i) se opisuje kao energija oslobođena tokom kompletnog sagorevanja, i da se voda nastala u procesu izdvoja kao para.

Gornja toplotna moć (H_g) određuje energiju oslobođenu tokom kompletnog procesa uključujući toplotu isparavanja

sadržanu u vodenoj pari toplih gasova. Tabela 1 obezbeđuje pregled karakteristika goriva, koje su relevantne za korišćenje kondenzacione tehnologije.

dodaci	gornja toplotna moć H_g kWh/m ³	dornja toplotna moć H_d kWh/m ³	H_g / H_d	$H_g - H_d$ kWh/m ³	teoretska količina kondenzata $V_{k, teo}$ kg/m ³ (*)
prirodni gas LL	9,78	8,83	1,11	0,95	1,53
prirodni gas E	11,46	10,35	1,11	1,11	1,63
propan	28,02	25,8	1,09	2,22	3,37
gradski gas	5,48	4,87	1,13	0,61	0,89
lož ulje (**)	10,68	10,08	1,06	0,6	0,88

Tabela 1. Toplotne moći i teoretske količine kondenzata za nekoliko najvažnijih goriva

Napomena:

(*) – vrednosti su određene u odnosu na količinu goriva

(**) – vrednosti za lož ulje su date po litru.

U prošlosti, toplota isparavanja nije mogla biti iskorišćena, od relevantnih tehnologija koje to nisu omogućavale. Dakle, donja toplotna moć (H_i) je korišćena kao referentna vrednost za sve kalkulacije efikasnosti. Uzimanjem H_i kao referentne vrednosti, a iskorišćenjem dodatno toplote isparavanja, može prema tome dovesti da standardna efikasnost pređe 100%. Jer se smernice, za standardne efikasnosti u tehnologiji grejanja i dalje u kontinuitetu odnose na donju toplotnu moć (H_i).

kondenzacionom članu koji opisuje uticaj latentne toplote toplote kondenzacije vodene pare iz dimnih gasova uz uobičajene donju i gornju toplotnu moć goriva pojavljuje i dodatna varijabla - stepen kondenzacije α . Ona predstavlja odnos stvarne i teorijski moguće količine kondenzata, pri čemu važi da je kotao efikasniji što je vrednost α veća. Uz to što je temperatura dimnih gasova niža, to je količina kondenzata veća, pa je veći i stepen kondenzacije a time su gubici dimnih gasova manji. Jednačina za određivanja stepena iskorišćenja kondenzacionih kotlova je:

$$\eta_{KK} = 1 - \frac{q_{DG} - q_{IZ}}{100} + \alpha \frac{H_g - H_d}{H_d}$$

pri čemu su:

η_{KK} stepen korisnosti kondenzacionog kotla

$\frac{q_{DG} - q_{IZ}}{100}$ član koji se odnosi na osetnu toplotu

$\alpha \frac{H_g - H_d}{H_d}$ član koji se odnosi na latentnu toplotu

q_{DG} gubici dimnim gasovima, %

$q_{IZ} = (t_{DG} - t_v) \left(\frac{A_1}{CO_2} + B \right)$ gubitak usled usled

zračenja kotla u neposrednu okolinu %

t_{DG} temperatura dimnih gasova, °C

t_v temperatura vazduha, °C

A, B dodaci za gorivo-tabela 2

CO_2 učešće CO_2 u dimnim gasovima (pokazatelj

kvaliteta sagorevanja koji zavisi od konstrukcije

plamenika), %

H_g gornja toplotna moć goriva

2. TRI OSNOVNA POJMA KONDENZACIONE TEHNIKE

Efikasnost rada, odnosno mnogo bolje iskorišćenje primarne energije goriva kod kondenzacionih nego kod drugih izvora toplote za sisteme grejanja nije posledica samo mogućnosti dodatnog iskorišćenja toplote kondenzacije vodene pare iz dimnih gasova, već i smanjenih gubitaka putem dimnih gasova čija je temperatura niža.

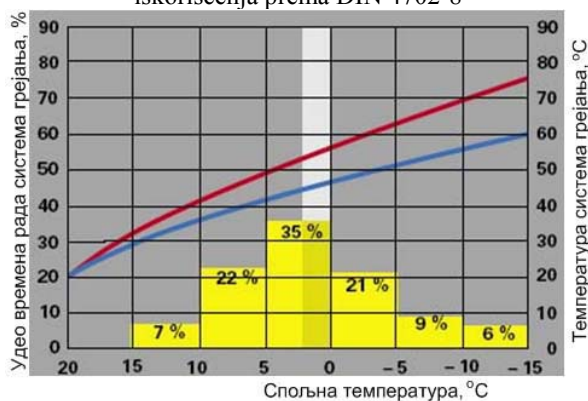
Kada se govori o kondenzacionoj tehnici, redovno se spominju tri najvažnija pojma: stepen iskorišćenja, srednji stepen iskorišćenja, i nazivno toplotno opterećenje kotla.

Stepen iskorišćenja kondenzacionog kotla

Jednačina za određivanja stepena iskorišćenja kndenzacionog kotla razlikuje se od one koja se uobičajeno koristi za standardne i niskotemperaturne kotlove po tome što se sastoji od dva člana kojima su obuhvaćeni uticaji osetne i latentne toplote. Pri tome se u latentnom ili

Register for free at <https://www.scipedia.com> to download the version without the watermark

Slika 2. Dijagram za određivanje srednjeg stepena iskorišćenja prema DIN 4702-8

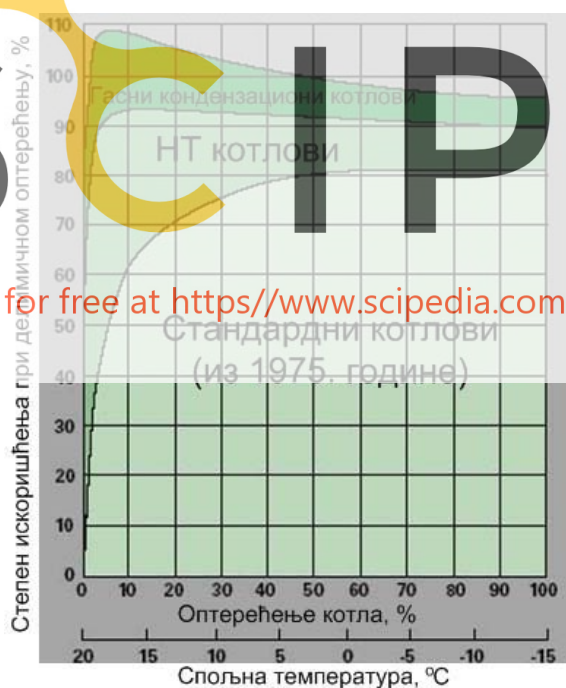


Зона тежишта за грејним потребама

Температура ползног вода

Температура повратног вода

Slika 3. Dijagram rada kotla u zavisnosti od spoljne temperature (za sistem grejanja 75/60°C)



Slika 4. Dijagram zavisnosti stepena iskorišćenja od opterećenja kotla za tri različite vrste kotlova

Nazivno toplotno opterećenje kotla

Kotao se dimenzioniše tako da se njegovim nazivnim toplotnim opterećenjem pri najnižim vrednostima spoljašnje temperature u celini mogu pokrivati toplotne potrebe. Ipak takve su vrednosti temperatura retke, pa kotao vrlo kratko u toku godine radi sa nazivnom snagom, dok su najveći deo

grejne sezone potrebni mnogo manje snage. Kada se posmatra cela godina najveći deo potreba za toplotom je kada se temperaure kreću između 0 i +5°C (Slika 3). Iz toga sledi da je srednje opterećenje kotla za grejanje, posmatrajući celu godinu manje od 30%.

Iz tih činjenica sledi još jedna prednost kondenzacijskih kotlova, a to je mogućnost postizanja visokih stepena korisnosti upravo pri nižim opterećenjima kotla, što je slučaj koji prevladava najveći deo sezone grejanja (sl. 4). Drugim rečima za razliku od standardnih i niskotemperaturnih, kondenzacijski kotlovi su najefikasniji upravo pri najčešćem radu u sezoni grejanja, odnosno pri manjim opterećenjima. Zbog toga su kondenzacijski kotlovi popularniji, a u nekim zapadnoevropskim zemljama njihova primena će uskoro biti obavezna.

3. ZAKLJUČAK

Kondanzacioni kotlovi su konstruisani da izdvoje latentnu toplotu kondenzacije vodene pare iz produkata sagorevanja. Sa izdvajanjem latentne toplote, kondanzacioni kotlovi mogu postići visok stepen iskorišćenja.

Kritičan faktor za dostizanje maksimalne efikasnosti kondanzacionih kotlova jeste temperatura povratne vode, koja se u principu drži ispod 57 °C. Temperatura povratne vode određuje da li kotao radi u kondanzacionom režimu. Zbog potrebe da se izdviži što je više moguće latentne toplote i zbog visoke korozivnosti kondenzata iz produkata sagorevanja kondanzacioni kotlovi zahtevaju specijalne materijale za izradu. Da bi izdržali korozivne uslove kondanzacioni kotlovi moraju biti urađeni od nerđajućeg čelika i drugih korozivno otpornih (a samim tim skupljih) materijala. Oni zahtevaju prefinjeno upravljanje, i pažljivu instalaciju, kako bi se dostigle njihove potencijalne mogućnosti. I dodatno, ostale jedinice (radijatori, konvektori, spiralni izmenjivači) spojene u sistem sa kondanzacionim kotlom su skuplje, zbog veće izmenjivačke površine koja je potrebna za rad pri niskoj temperaturi vode.

LITERATURA

[1] :Condensing technology for improved economy and lower emissions, Vessmann, www.viessmann.com

[2] :Истраживање рационалног коришћења природног гаса и унапређење уређаја у домаћинствима, NPЕЕ533-3В, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, Izveštaj o radu na projektu – Elaborat I godine, Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine, Beograd, april 2006.

[3] :A Market Assessment for Condensing Boilers in Commercial Heating Applications, Consortium for Energy Efficiency, One State Street, Suite 1400, Boston, MA 02109, www.ceel.org, 2001